ChinaXiv合作期刊

知识管理论坛 ISSN 2095-5472 CN11-6036/C
Knowledge Management Forum

E-mail: kmf@mail.las.ac.cn
http://www.kmf.ac.cn

【学术探索】

复杂网络视角下区域专利的发展演化特征

——以扬州地区为例

傅春花
扬州大学广陵学院 扬州 225009

摘要：［目的/意义］从复杂网络视角研究区域专利在专利权人合作、专利申请领域的发展演化特征，为区域专利的研究方法提供一定的参考。［方法/过程］基于扬州地区 1985-2020 年期间申请的发明专利数据，利用复杂网络的研究方法，研究区域专利的发展演化情况，分别构建专利发展 3 个时期的专利权人合作关系网络和 IPC 技术分类合作网络，统计网络的度分布、二方组项目度分布、项目大小分布、集群系数和同类性等统计性质。［结果/结论］通过对统计结果的分析，发现专利权人之间的合作并没有随着网络的（专利申请量）的增长而加强，不同时期下，大部分的专利仅具有独立的专利权人。从 IPC 技术分类合作网络来看，绝大多数专利涉及的 IPC 技术领域（按照 IPC 分类号大类）都是两项，专利涉及的技术领域间的交叉也没有随着网络的发展而加强。另外，IPC 技术分类合作网络的项目大小在网络发展的不同时期都呈现出幂律分布，即按照 IPC 分类号大类来看，每个 IPC 分类号所包含的专利数表明大部分专利集中在少数的 IPC 技术领域。

关键词：复杂网络 专利权人合作关系网 IPC 技术分类合作网 统计性质 幂律分布
分类号：C939 O415

引用格式：傅春花．复杂网络视角下区域专利的发展演化特征：以扬州地区为例 [J/OL]. 知识管理论坛，2021, 6(4): 193-203[引用日期]. http://www.kmf.ac.cn/p/253/.

1 引言

近年来，复杂网络被认为是描述从生物到技术直至社会各类复杂系统的强有力的工具[1]，已成为统计物理学、随机图论、计算机网络、生态学、生物学以及社会学的研究热点。其研究方法是把复杂系统简化为节点以及连接节点的边的集合，其中节点代表系统中每个不同的个体，而边则用来表示个体之间的联系。社会网络[2-3]是复杂网络中很重要的一类，可以分

基金项目：本文系扬州市科技计划（软科学研究）资助项目"扬州'十三五'科技创新绩效评价研究及'十四五'展望——基于专利信息合作网分析"（项目编号：YZ2020214）和扬州大学人文社会科学研究基金资助项目"扬州地区专利信息合作网络演化研究——基于复杂网络理论"（项目编号：xjj2020-25）研究成果之一。
作者简介：傅春花（ORCID: 0000-0002-0583-6013），讲师，硕士，E-mail:179399421@qq.com。
收稿日期：2021-05-13 发表日期：2021-08-17 本文责任编辑：王传清



知识管理论坛
2021 年 第 4 期(总第 34 期)

为单模式网络和双模式网络，甚至更多模式的网络。隶属网 (affiliation network）是最重要的一种双模式网络，其中一类节点是某种活动、事件或者组织的参与者，被称为参与者节点 (actor)，而另一类节点就是它们参与的活动、事件或者组织，被称为项目 (act)，通常用二分图 [4-5]（bipartite graph）来描述这一类网络。在合作网络 [6-7] 的研究中，常常把二分图向一类节点（通常是参与者节点）投影，得到单模式网络，二分图及其投影如图 1 所示：

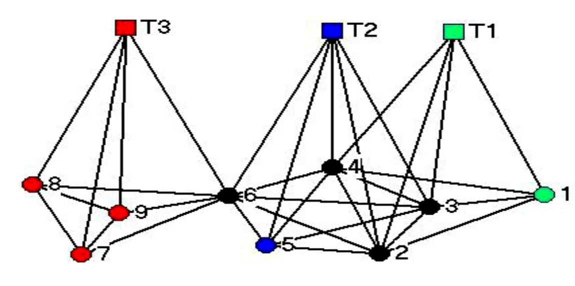


图 1 二分图及其投影示意

在此基础上提出了一系列用来描述网络的统计性质，更多的是拓扑统计性质 [8]，如度分布、项目度分布、二方组项目度分布、项目大小分布、集群系数分布、平均集群系数、同类性等等。在不同的实际网络中，不同的统计性质说明了不同的实际问题。

专利是科学知识转化为技术或产品的一个重要环节。据统计，2010 年以来，我国专利申请的数量增长非常迅速，专利中包含的数据信息量越来越庞大，而复杂网络被认为是描述复杂系统的强有力的工具，因此将复杂网络的描述方法运用到专利分析中，可以帮助我们从一个全新的角度获得有效的信息和一些一般的规律。李春林等 [9] 以某高校为例，运用社会网络研究方法，分析学科专利网络的合作演化；刘晓燕等 [10] 运用动态网络和社会网络的研究方法，分析某一产业内部创新合作变化规律及趋势；车晓静等 [11] 以江苏省“211 工程”高校为研究对象，利用复杂网络分析方法研究高校技术研发领域和专利合作网络的共同演化问题；王珊珊等 [12] 通过统计华为公司产学研合作的发明专利数据，采用专利计量和社会网络分析方法，分析华为公司专利产学研合作的基本特征。同时，对某个机构或者产业的专利申请人进行合作关系测度及演化路径分析，有助于人们掌握不同机构或者领域的协同创新 [13-14] 规律。利用复杂网络的分析方法，对企业合作申请的专利数据进行网络构建和统计性质分析，还可以帮助人们了解不同行业中企业间的合作现状，以及企业与高校、科研机构等的合作创新活动。专利作为企业专属的战略性成果，在一定程度上可以反映企业所进行的创新活动 [15-17]，但同时专利的申请和保护又具有一定的时效性，即企业不能持续拥有专利，专利的申请、使用和保护环节与企业不同时期的经营管理战略密不可分。企业将生产经营中的关键技术申请并维持专利能够为其带来竞争优势 [18-19]，被专利保护的技术和生产工艺通常是基础性技术或核心技术，能够持续帮助企业获得丰厚的经济收益。除了企业，大学 [20-21] 和研究机构也会通过专利申请促进科学技术的产业化，特别是在合作创新活动中，产学研合作 [22-23] 为主要形式。由于专利信息中包含了创新活动的参与主体及其详细信息，能够批量地反映出专利申请过程中的合作关系、技术关联、知识流动等信息，因此联合专利申请已经被广泛用于合作创新网络的实证研究 [24-25]。

江苏省是知识产权专利大省，省内地区经济产业结构及科技创新发展水平的微观研究为地区高质量发展提供决策支撑。扬州位于江苏省中部，拥有多所高校和科研机构，从一定程度上体现了江苏省中北部地区产业发展的整体状况，同时扬州地区的产业发展又具有其自身鲜明的特点。笔者以扬州地区为例，讨论社会合作网络视角下区域专利的发展演化特征，期望对其他区域的相关专利合作网络的发展演化特征有一定的参考价值。

2 数据来源和说明

笔者选择世界知识产权保护组织专利数据

知识管理论坛，2021（4）:193-203
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2021.019

库中的专利数据。专利信息包含专利申请号、发明者名称和申请人名称、申请人国别和地址、技术分类号、申请日、公开日等。由于专利申请日到公开日之间有 18 个月，因此当前获得的专利数据在时间上具有一定的滞后性，特别是 2019 和 2020 这两年的数据。笔者选择 1985 年到 2020 年间在中国申请的扬州地区的专利数据作为研究对象，数据收集时间截至 2020 年 12 月底。

目前，专利申请的种类有 3 种：外观设计型、实用新型、发明型。发明型专利相比外观设计型和实用新型专利更具有新颖性和创新性，更能体现专利申请人的创新水平。因此，笔者对 1985-2020 年中国知识产权局专利数据库中扬州地区的专利数据进行预处理，即删除 1985-2020 年中国知识产权局专利数据库中扬州地区的外观设计型专利和实用新型数据，只保留了其中的发明型专利数据，共获得 54 714 条申请发明专利的数据。图 2 描述了扬州地区在 1985-2020 年间，每年申请的发明专利数，综合图中几个主要的关键时间节点，笔者将扬州地区的专利发展分为 3 个时间阶段。如图 2 所示：

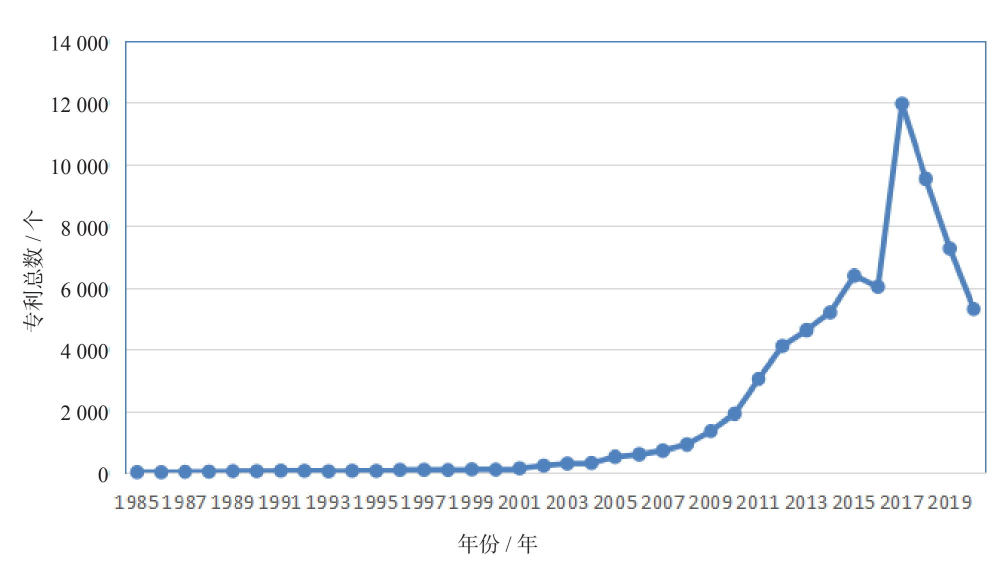


图 2 扬州地区 1985-2020 年每年申请的发明专利数

从图 2 中可以看出，1985-2010 年申请的发明专利还非常少，除 2010 年的 1 139 个发明专利申请外，其余年份均只有几百甚至几十个，因此这个时期称为探索发展期。从 2011 年开始至 2015 年，发明专利申请的数量逐年增多，发展迅速，至 2015 年已超出 5 000 个发明专利申请，这个时期称为转型发展期。从 2016 年开始至 2020 年，发明专利申请数量呈现出爆发式增长，2019 年、2020 年之所以数据量不多，与专利申请日到公开日之间有 18 个月的时间滞后性密切相关，2019 年、2020 年这两年申请的发明专利大多还未公开，因此称这个时期为创新驱动发展期。

为深入分析以学校、企业和校企共同申请人申请的专利数据，尝试构建扬州地区专利合作、IPC 技术分类合作网络，从而研究区域专利的发展演化情况，确定相关优势领域技术发展水平和研究组织对区域产业科技创新发展的作用和演化趋势，以便为决策者挖掘“十四五”区域产业发展潜力、优化区域产业结构、促进

经济高质量和可持续发展提供一定的精准施策的理论依据。

3 专利权人合作网

一个发明专利申请通常包含一个或多个专利权人，专利权人可以是个人、企业、高校、科研机构等，由多个专利权人申请的专利体现了他们之间的合作关系。因此，为深入分析不同专利中专利权人之间的相互合作关系，尝试构建专利权人合作网络，以每个专利作为项目，每个专利权人作为节点，如果两个专利权人共同申请了一个专利，则定义专利权人（节点）之间的连边，从而构建出专利权人的合作关系网络。笔者将扬州地区 1985-2020 年间申请的发明专利的数据，根据专利申请的发展情况进行了时期划分，分为 1985-2010 年专利探索发展期、2011-2015 年专利转型发展期、2016-2020 年专利创新驱动期共 3 个时期，筛选出其中至少包含两个专利权人的发明专利申请数据，分别构建了与这 3 个时期相对应的专利权人合作关系网络，以便从不同的角度研究分析专利权人之间的合作关系，包括合作的强度与合作的广度等。

3.1 度分布

度 (degree) 表示网络中每个节点邻点的个数，一定程度上，度越大节点的重要性也越大。在专利权人合作网中，专利权人作为节点，其节点的度则表示为与该专利权人之间有连边的其他专利权人的数量。度越大，则说明该专利权人与其他专利权人之间的合作越多。专利发展的 3 个时期，网络中节点（专利权人）度的分布情况见图 3，k 表示节点的度数，P（k）表示度为 k 的节点总数。因此，度分布可以为研究专利权人合作网中，专利的数量在专利权人中的整体分布情况。3 个时期的度分布图，皆反映了节点的度是符合幂律分布的，即绝大部分的专利权人度很小，极少数专利权人的度较大，这说明不同的专利权人合作申请专利的现象较少，大部分专利权人跟其他专利权人仅有一次合作申请专利，甚至很多专利都是只有独立的专利权人。

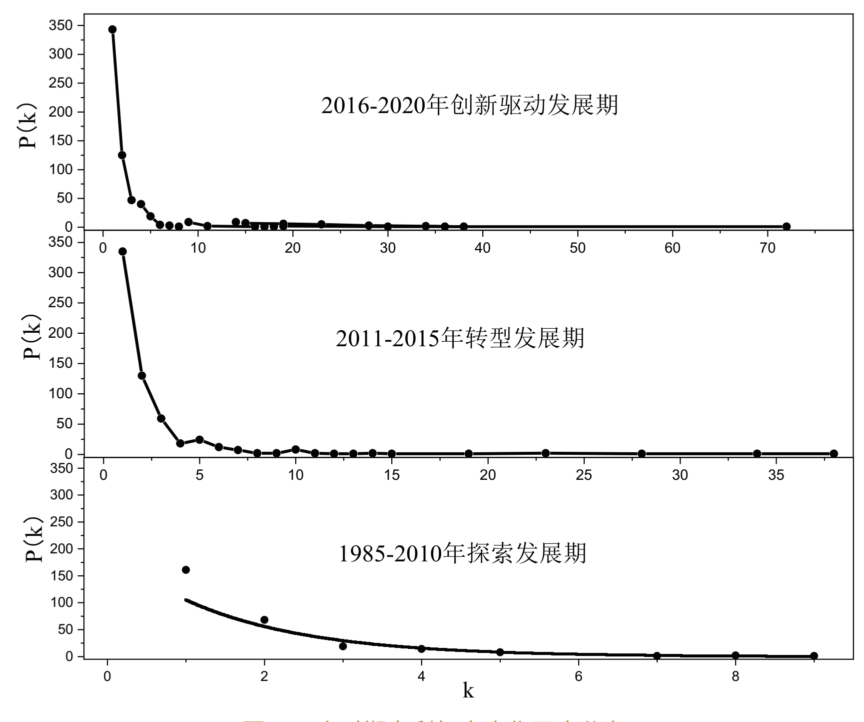


图 3 3 个时期专利权人合作网度分布

知识管理论坛，2021（4）:193-203
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2021.019

3.2 二方组项目度分布

二方组项目度（node-pair degree）指网络中一对节点共同参加了多少个项目，用 D 表示，在专利权人合作关系网络中，二方组项目度表示两个专利权人共同申请的项目数，P（D）则表示二方组项目度为 D 的二方组元总数。一个二方组元表示一对专利权人，其二方组项目度越大，表明这两个专利权人共同申请的专利总数越多，他们之间的合作也越紧密。即在专利权人合作网中，二方组表示了一对具有合作关系的专利权人，二方组项目度分布则可以反映出在网络中是否存在大量稳定合作的专利权人组元。专利发展的 3 个时期，网络的二方组元（每对专利权人）的二方组项目度的分布情况见图 4。从图 4 中可以看出，3 个时期的专利权人合作关系网络二方组项目度分布都是近似幂律分布，即绝大部分的二方组元其二方组项目度都为 0 或 1，只有少数二方组元的二方组项目度较大。这同样表明，在专利权人合作关系网络中，专利权人两两合作申请专利的现象较少。在整个网络中，两个稳定合作的专利权人组比较少见，大部分专利权人跟其他专利权人仅有一次合作申请专利，甚至很多专利都是只有独立的专利权人。

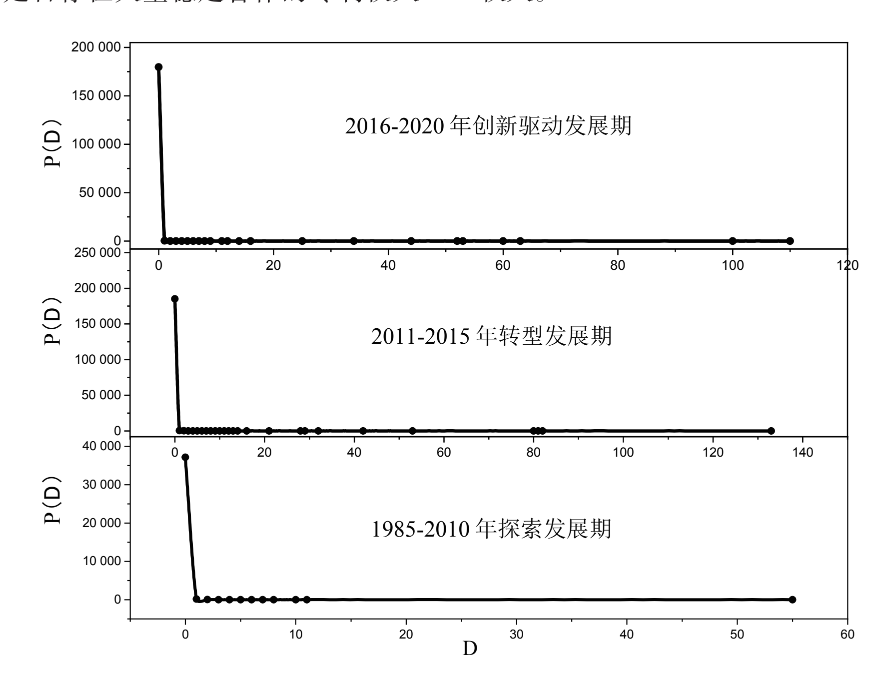
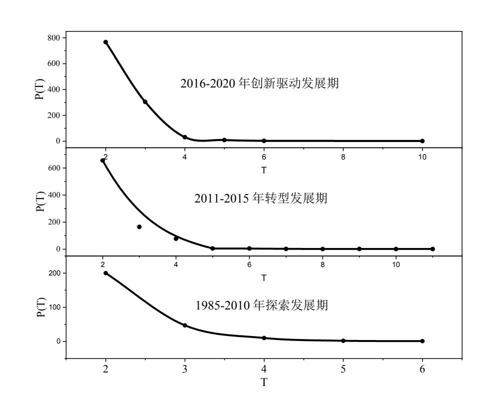


图 4 3 个时期专利权人合作网二方组项目度分布

3.3 项目大小分布

项目大小（act-size），表示每个项目中所包含的节点个数，用 T 表示。在专利权人合作关系网中，项目大小指的是一个专利所包含的专利权人数，P（T）指的是项目大小是 T 的项目数，P（T'≥T）指的是项目大小大于等于 T 的项目数，称为累计分布。专利发展的 3 个时期专利权人合作关系网项目大小分布情况见图 5，3 个时期的项目大小分布均显示出较好的幂律分布，即绝大多数专利（项目）都只包含了两个专利权人，只有少数专利（项目）是由较多的专利权人共同申请的，这从另一角度说明，在发明专利申请中专利权人之间的合作在专利发展的各个时期一直都相对较少。笔者认为，这与专利的特点是密切相关的，专利权是一种专有权，具有独占的排他性。



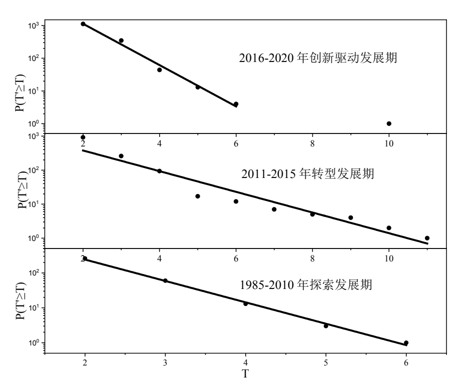


图 5 3 个时期专利权人合作网项目大小（不累计和累计）分布

3.4 专利权人合作网的集群系数和同类性

集群系数 (clustering coefficient)，又被称为聚类系数，衡量的是网络的集团化程度，是度量网络的另一个重要参数，表示某一节点 i 的邻居间互为邻居的可能性。在专利权人合作关系网络中，表示的是某一专利权人的合作伙伴之间存在合作关系的可能性，通过对集群系数和同类性的分析，可以定量得到网络的集团化程度。从表 1 给出的数据可见，在专利发展的 3 个时期，网络的集群系数都较小，1985-2010 年的专利权人合作关系网的平均集群系数为 0.377 504，2011-2015 年为 0.381 426，2016-2020 年为 0.225 938。网络的平均集群系数并没有随着网络规模的发展而增加，甚至到了 2016-2020 年这个阶段反而较少。从某种意义上说明，专利权人之间的合作程度没有随着专利时期的发展而加强。

同类性系数（assortativity）可用 r 表示，其值介于 -1 到 1 之间，表示网络中节点的度度相关性。若 r 大于 0，则说明网络中度的连接是正相关的，即度大的节点倾向于和度大的节点相连，度小的则和度小的相连；反之，若 r 小于 0，则说明度是负相关的，即度大的节点倾向于和度小的节点相连；当 r 的值为 1 或 -1 时，此时属于两种极端情况，即度是完全正相关或完全负相关的。在 1985-2010 年的专利权人合作网中，平均同类性系数为 0.429 981，说明此时网络中度大的节点比较倾向于和度大的节点相连，即某一专利权人的合作专利权人越多，其他的专利权人越倾向于跟他合作的几率越高。在 2011-2015 年的专利权人合作网中，平均同类性系数为 0.083 513 8，在 2016-2020 年的专利权人合作网中，平均同类性系数为 -0.112 85，说明在这两个时期的网络中，节点之间的连接与度相关性无关，即专利权人之间的合作没有某种倾向性，更多的表现出随机性。

表 1 专利权人合作网在 3 个时期的平均同类性系数和平均集群系数

专利发展时期/年	项目总数	节点总数	平均同类性系数	平均集群系数
1985-2010	260	274	0.429 981	0.377 504
2011-2015	915	610	0.083 513 8	0.381 426
2016-2020	1 115	601	-0.112 85	0.225 938

4 IPC 技术分类合作网络

IPC 分类号即国际专利分类法，是国际上通用的专利文献分类法。IPC 采用了功能和应用相结合，以功能性为主、应用性为辅的分类原则。采用等级的形式，将技术内容注明，按

知识管理论坛，2021（4）:193-203
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2021.019

照部—分部—大类—小类—大组—小组，逐级分类形成完整的分类体系。如一件发明专利申请涉及不同类型的技术主题，涉及到不同的技术领域，并且这些技术主题构成发明信息时，则应当根据所涉及的技术主题进行多重分类，给出多个分类号，因此同一专利可能具有若干个分类号，这体现了不同技术领域的相互交叉。为深入研究不同技术领域的交叉合作关系，笔者尝试构建扬州地区 IPC 技术分类合作网络，该网络以 IPC 分类号的大类作为项目，专利作为节点，如果两个专利同属于一个 IPC 分类号大类，则定义为节点之间的连边。从而构建出以 IPC 分类号大类来划分的不同技术领域的专利合作关系网络。网络的构建依然分为 1985-2010 年、2011-2015 年、2016-2020 年 3 个时期，分别构建与这 3 个时期相对应的 IPC 技术分类合作网络，以便从不同的角度研究不同 IPC 技术分类领域间专利的整体分布情况和相互关联程度。

4.1 项目度分布

在 IPC 技术分类合作网中，节点（专利）的项目度指的是一个专利所包含的多个 IPC 分类号大类，项目度越大说明该专利所包含的 IPC 分类号大类数目越多，即该专利所涉及的 IPC 技术领域越多。专利发展的 3 个时期的 IPC 技术分类合作网络的项目度分布见图 6，P（h）指的是项目度为 h 的节点数，即每个专利所涉及的 IPC 技术领域数量（指按照 IPC 分类号大类来划分）。图 6 表明 3 个时期的项目度分布均显示峰值分布，体现了一个共性——几乎绝大多数专利的项目度值都是 2，即绝大多数专利都是包含了两个 IPC 分类号大类，这说明绝大部分专利的技术领域交叉不多，这个结论并没有随着专利发展的规模而改变。这是因为专利保护的是某个特定领域的某项特定的技术，具有较强的专业性。

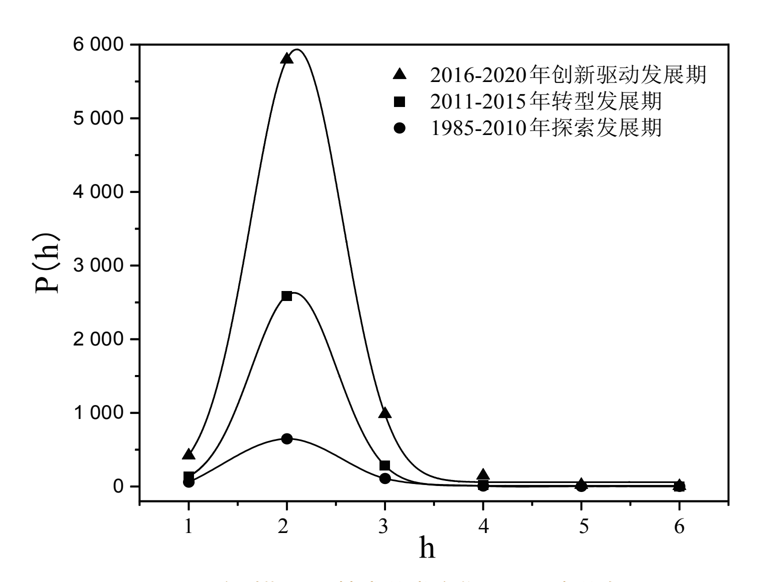
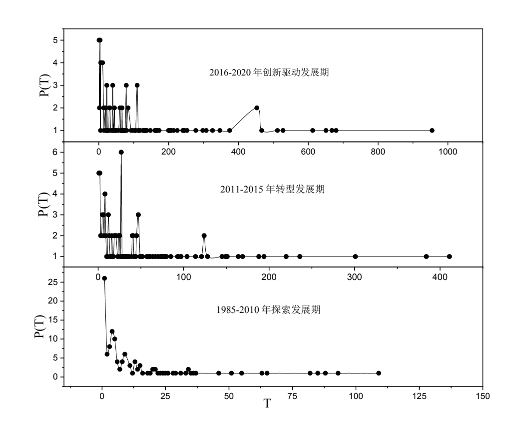


图 6 3 个时期 IPC 技术分类合作网项目度分布

4.2 项目大小分布

在 IPC 技术分类合作网中，项目大小指的是一个 IPC 技术领域（指按照 IPC 分类号大类来划分）所包含的专利数量，用 T 表示，T 越大说明该 IPC 技术领域所包含的专利数量越多，从某种意义上来说，该领域的创新性越强，创新活动越频繁。专利发展的 3 个时期的 IPC 技术分类合作网的项目大小（不累计和累计）分布见图 7，均显示出较好的幂律分布，说明绝大多数 IPC 技术领域所包含的专利数量都较少，只有少数的 IPC 技术领域包含了较多的专利，这是所有的专利在所

有的IPC技术领域的一个整体分布情况，在专利发展的不同时期整体分布情况是相同的，即不同IPC技术领域专利数量的发展是不均衡的。



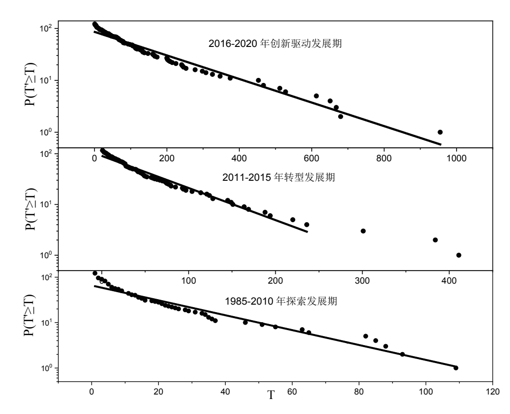


图7 3个时期IPC技术分类合作网项目大小（不累计和累计）分布

在专利发展的不同时期，IPC技术领域包含的专利数前三位的IPC分类号大类见表2，反映了不同时期不同技术领域的专利发展情况，从一定程度上反映了不同时期扬州地区相关技术领域的发展变化整体情况。

表2 专利发展不同时期IPC技术领域包含的专利数前三位的IPC分类号大类

专利发展时期	项目大小	项目名称（IPC大类）	IPC分类号大类名称对应的含义
1985-2010年	109	C08	有机高分子化合物；其制备或化学加工；以其为基料的组合物
	93	C12	生物化学；啤酒；烈性酒；果汁酒；醋；微生物学；酶学；突变或遗传工程
	89	C07	有机化学
2011-2015年	411	C08	有机高分子化合物；其制备或化学加工；以其为基料的组合物
	384	H01	基本电气元件
	301	B01	一般的物理或化学的方法或装置
2016-2020年	955	B01	一般的物理或化学的方法或装置
	680	H01	基本电气元件
	667	H02	发电、变电或配电

4.3 IPC技术分类合作网的集群系数和同类性

在IPC技术分类合作网中，集群系数表示节点（专利）之间存在连边的可能性。专利发展的不同时期IPC技术分类合作网的平均集群系数的值见表3。总体来看，3个时期网络的平均集群系数的值都大于0.6，并呈现出一个递增的规律，说明随着IPC技术分类合作网的发展，节点总数增多，但项目总数相对增加很少，网络的集团化程度越来越大。另一方面，同类性系数表示网络中节点的度相关性。若r大于0，则说明网络中度的连接是正相关的，即度大的节点倾向于和度大的节点相连，度小的则和度小的相连。3个时期的IPC技术分类合作网络的平均同类性系数均在0.5左右，说明不同时期的

ChinaXiv合作期刊
知识管理论坛，2021（4）:193-203
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2021.019

IPC 技术分类合作网均表现出度的连接是正相关的，即在专利发展的不同时期，新增专利倾向于出现在专利总数较多的 IPC 技术领域（指按 IPC 技术分类大类划分）。

表 3 IPC 技术分类合作网在 3 个时期的平均同类性系数和平均集群系数

专利发展时期/年	项目总数	节点总数	平均同类性系数	平均集群系数
1985-2010	105	826	0.477 444	0.655 249
2011-2015	116	3 043	0.564 299	0.685 421
2016-2020	122	7 363	0.404 544	0.691 376

5 结论

笔者利用复杂网络社会合作网的分析方法，以扬州地区 1985-2020 年期间申请的发明专利数据为例，针对专利发展的 3 个不同时期分别构建了相应的专利权人合作关系网和 IPC 技术分类合作网，对两类网络、3 个不同时期的网络性质分别进行了统计和分析，为专利大数据的分析提供了一种新的描述方法和网络构建的思路。从专利权人合作网来看，专利权人之间的合作并没有随着网络的（专利申请量）的增长而加强，大部分的专利仅具有独立的专利权人。在 1985-2010 年专利探索发展期的专利权人合作网中，专利权人的合作倾向于找网络中较活跃的专利权人，但随着网络的发展，这一特点逐渐减弱，更多的表现出随机性。这表明，扬州地区专利权人合作网络在 1985-2020 年间所经历的 3 个时期，其网络结构仍呈现出分散型的随机网络特点。另一方面，从 IPC 技术分类合作网来看，绝大多数专利涉及的 IPC 技术领域（按照 IPC 分类号大类）都是两项，专利涉及的技术领域间的交叉没有随着网络的发展而加强。同时，不同时期的 IPC 技术分类合作网的项目大小均呈现出幂律分布，即按照 IPC 分类号大类来看，大部分专利集中在少数的 IPC 技术领域，在专利发展的不同时期，所集中的技术领域也在变化，体现了扬州地区不同时期相关产业专利发展的情况，进而从一定程度上反映出产业的发展情况。

车晓静等 [11] 利用专利合作数据和复杂网络分析方法研究高校技术研发领域和专利合作网络的共同演化问题，得出江苏省“211 工程”高校专利合作网络整体呈现出从分散到逐步连通的演化过程，小世界特征逐渐明显。相对于分散型的网络结构，这更有助于推动协同创新主体之间的专利合作。因此，要大大加强专利权人之间的合作。地方高校要加强与企业间的合作，对重点技术领域和关键环节进行合作攻关，高校作为产业和科技创新前沿阵地，应当发挥更大的引领先锋作用。扬州大学作为地方综合性大学，要加快知识产权相关专业学科及服务平台建设，将创新优势转化为地区产业发展优势。另一方面，要加强地区知识产权工作的顶层设计，相关政府部门及不同技术领域的知识产权工作者要加强交流和经验学习，为地区经济发展营造良好的知识产权创新和保护环境，推动地区知识产权工作的健康持续发展。

科技创新评价机制具有一定的客观科学性，但因技术更新过快、地区专利保护意识不强或商业秘密保护等原因，并非所有的发明都会申请专利。所以，以专利数据研究科技创新仍具有一定的局限性。本文的研究结论，虽是以扬州地区的专利申请数据为基础，但笔者认为在专利权人合作关系网络中，得出的专利权人之间的整体合作情况，具有一定的普适性，期望对不同地区的科技创新能力的发展水平评估和发展趋势的科学评价提供一定的参考。

参考文献：

[1] 郭雷，许晓鸣 . 复杂网络 [M]. 上海：上海科技教育出版社，2006: 2.
[2] 瞿旭晟，赵鹏程 . 现状与特征：社会网络分析在我国传

播学研究中的应用 [J]. 新闻爱好者 , 2021(3): 67-69.
[3] 李梓涵昕 , 罗萍 . 社会网络分析视角下可穿戴设备产业合作创新网络特征及演化研究——基于中美专利数据 [J]. 科技管理研究 , 2020,40(13): 217-225.
[4] HOLME P, LILJEROS F, EDLING C R, et al. Network bipartivity[J]. Physical review E, 2003,68(5): 56107.
[5] LAMBIOTTE R, AUSLOOS M. N-body decomposition of bipartite author networks[J]. Physical review E, 2005,72(6): 66117.
[6] 高霞 , 陈凯华 . 合作创新网络结构演化特征的复杂网络分析 [J]. 科研管理 , 2015,36(6): 28-36.
[7] 张丰 , 鲁家欣 , 缪小明 . 基于专利分析的新能源汽车技术创新合作网络研究 [J]. 世界科技研究与发展 , 2019, 41(4): 358-367.
[8] FU C, ZHANG Z, CHANG H, et al. A kind of collaboration-competition networks[J]. Physica A: statistical mechanics and its applications, 2008,387(5-6): 1411-1420.
[9] 李春林 , 丁云龙 . 创新型大学一流学科专利合作网络演化及其特征分析 [J]. 研究与发展管理 , 2014, 26(3): 86-96.
[10] 刘晓燕 , 李金鹏 , 单晓红 , 等 . 动态视角下集成电路产业创新网络演化特征分析 [J]. 中国科技论坛 , 2019(11): 48-55.
[11] 车晓静 , 吴洁 , 刘鹏 , 等 . 高校技术研发领域和专利合作网络共同演化分析 [J]. 科技管理研究 , 2018,38(23): 74-80.
[12] 王珊珊 , 邓守萍 , COOPER S Y, 等 . 华为公司专利产学研合作 : 特征、网络演化及其启示 [J]. 科学学研究 , 2018,36(4): 701-713.
[13] 封丽 , 张毅华 , 黄潇霏 . 高校专利协同创新特征分析与比较研究——以南京地区工科类高校为例 [J]. 情报探索 , 2020(8): 64-68.
[14] 关鹏 , 王曰芬 . 国内外专利网络研究进展 [J]. 数据分析与知识发现 , 2020,4(1): 26-39.
[15] 胡安琪 . 基于专利信息的区域战略性新兴产业发展潜力研究——以苏州智能装备制造产业为例 [J]. 竞争情报 , 2019,15(5): 28-36.
[16] 黄迎燕 , 张伟 , 周湘陵 . 上市公司创新能力的专利评价 [J]. 知识产权 , 2008,18(4): 43-47.
[17] 肖淑芳 , 石琦 , 张一鸣 . 上市公司创新能力指数的构建 [J]. 北京理工大学学报 (社会科学版), 2020,22(1): 57-69.
[18] 孟天宇 . 专利密集型产业竞争力研究——以江苏省为例 [J]. 技术与创新管理 , 2020,41(3): 287-291.
[19] 刘杨 , 赵志曼 , 田睿 , 等 . 基于专利信息的国内主要建筑施工企业创新能力评价研究 [J]. 技术与创新管理 , 2019, 40(2): 190-194.
[20] 王秀翠 . 基于专利成果分析的高校技术创新评价研究——以南京邮电大学为例 [J]. 技术与创新管理 , 2019,40(5): 546-554.
[21] 林卓玲 , 梁剑莹 . 基础研究、科技基础设施与区域专利产出——基于省域高校面板数据的实证分析 [J]. 技术与创新管理 , 2019,40(5): 559-568.
[22] 刘凤朝 , 马荣康 , 姜楠 . 基于“985 高校”的产学研专利合作网络演化路径研究 [J]. 中国软科学 , 2011(7): 178-192.
[23] 孙丽娜 , 刘姊双 , 廖宝萍 . 基于社会网络分析的北京校企专利合作演化分析——以北京“985 高校”为例 [J]. 统计与管理 , 2020,35(5): 89-93.
[24] 高曼 , 马英红 , 张明莉 . 基于专利合作申请数据分析的加权网络研究 [J]. 计算机应用研究 , 2018,35(1): 74-78.
[25] 杨勇 , 王露涵 . 我国发明专利合作网络特征与演化研究 [J]. 科学学研究 , 2020, 38(7): 1227-1235.

ChinaXiv合作期刊
知识管理论坛，2021（4）:193-203
DOI: 10.13266/j.issn.2095-5472.2021.019

The Development and Evolution Characteristics of Regional Patents from the Perspective of Complex Networks—— Based on Yangzhou Area

Fu Chunhua
Guangling College of Yangzhou University, Yangzhou 225009

Abstract:[Purpose/significance] From the perspective of complex networks, the development and evolution characteristics of regional patents in the field of patentee cooperation and patent applications are studied, this paper provides some reference for research methods of regional patents. **[Method/process]** Based on invented patent information from 1985 to 2020 in Yangzhou area, this paper researched the development and evolution of regional patents by using complex network method, and got respective results of patentee cooperation networks and the IPC technology classification cooperation network of three periods, such as degree distribution of networks, node-pair degree distribution, act-size distribution, clustering coefficient and the homogeneity. **[Result/conclusion]** Through the analysis of statistical results, this study finds that the cooperation between patentees has not been increased with the growth of the network (patent application volume), and under different periods, there are independent patent holders of most patents. Viewed from the IPC technology classification cooperation network, the vast majority of patents cover two IPC technology fields (according to the IPC classification number category), the intersection of technology field of patents also did not strengthen with the development of the network. In addition, the project size of the IPC technology classification cooperation network shows a power law distribution at different times in the development of the network, that is, according to the IPC classification number category, the number of patents contained in each IPC classification number indicates that most patents are concentrated on a small number of IPC technology fields.

Keywords: complex networks patentee cooperation networks the IPC technology classification cooperation network statistical properties power law distribution